[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02810640.7

[51] Int. Cl.
H04N 9/31 (2006.01)
G03B 21/00 (2006.01)
G02B 27/02 (2006.01)
G09F 19/00 (2006.01)
G02B 13/06 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 8 月 5 日

[11] 授权公告号 CN 100525463C

[22] 申请日 2002.3.27 [21] 申请号 02810640.7

[30] 优先权

[32] 2001. 3.29 [33] US [31] 60/279,912

[86] 国际申请 PCT/US2002/009706 2002.3.27

[87] 国际公布 WO2002/079858 英 2002.10.10

[85] 进入国家阶段日期 2003.11.25

[73] 专利权人 伊留门斯公司

地址 美国北卡罗来纳州

[72] 发明人 戴维·麦康维尔 D·科卢茨

S·巴卢 R·W·小措贝尔

R·L·伊达斯扎克

[56] 参考文献

US5762413A 1998.6.9

US5473474A 1995.12.5

审查员 金 源

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 杨 凯 张志醒

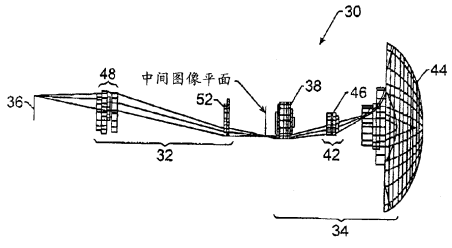
权利要求书 4 页 说明书 6 页 附图 4 页

[54] 发明名称

以大于 180 度投影图像的方法和系统

[57] 摘要

一种光学投影系统包括配置成产生图像像素阵列的图像源。 透镜组件配置成以大于 180 度的投影角将图像像素阵列投影到半球形表面上。 透镜组件可以包括广角透镜组件和图像中继透镜组件，所述图像中继透镜组件配置成在图像源和广角透镜组件之间减少图像像素阵列的色散。 透镜组件还可配置成将图像像素阵列投影到半球形表面上并使所投影的相邻像素之间有恒定的角距。 一种光学投影系统还可以包括：两个图像源，它们配置成产生第一和第二图像像素阵列；以及两个透镜组件，它们配置成分别将第一和第二图像像素阵列以大于 180°的投影角在彼此相反的方向上投影到表面上。 第一和第二图像像素阵列的组合可以覆盖半球表面的连续 360°的部分。



1. 一种光学投影系统，包括:

配置成能产生图像像素阵列的图像源(36);

配置成以大于180°的投影角将所述图像像素阵列投影到一个表面上的透镜组件(30)，该透镜组件包含:

广角透镜组件(34); 以及

在所述图像源和所述广角透镜组件之间的图像中继透镜组件(32)，该图像中继透镜组件配置成保持一个中间图像平面上所述图像像素阵列中的色散，使其与所述图像源处的图像像素阵列中的色散相同。

2. 如权利要求 1 所述的光学投影系统，其特征在于: 所述透镜组件还配置成将所述图像像素阵列这样投影到所述表面上，即使得所投影的相邻像素之间有恒定的角距。

3. 如权利要求 1 所述的光学投影系统，其特征在于: 所述表面是半球形表面。

4. 如权利要求 3 所述的光学投影系统，其特征在于: 所述透镜组件还配置成将所述图像像素阵列投影到不同半径的半球形表面上。

5. 如权利要求 1 所述的光学投影系统，其特征在于: 所述图像源包括阴极射线管。

6. 如权利要求 1 所述的光学投影系统，其特征在于: 所述图像源包括场致发射器阵列。

7. 如权利要求 1 所述的光学投影系统，其特征在于: 所述图像源包括从由以下单元组成的一组单元中选取的单元: 数字光处理单元、液晶显示单元和硅上液晶单元。

8. 如权利要求 1 所述的光学投影系统，其特征在于: 所述广角透镜组件包括:

配置成提供彩色校正和更高次波前成形的衍射光学元件。

9. 如权利要求 1 所述的光学投影系统，其特征在于还包括:

具有内表面的圆拱顶；并且

其中所述透镜组件还配置成以大于180°的投影角将所述图像像素阵列投影到所述圆拱顶的内表面上。

10. 如权利要求 1 所述的光学投影系统，其特征在于还包括:

用于将所述图像像素阵列瞄准所述表面的一个可选择部分的装置（14，16，18）。

11. 一种光学投影系统，包括:

配置成能产生第一图像像素阵列的第一图像源（70）；

第一透镜组件（30），包含第一广角透镜组件（34）和在所述第一图像源与所述广角透镜组件之间的第一图像中继透镜组件（32），所述第一广角透镜组件和所述第一图像中继透镜组件配置成以大于180°的投影角在第一方向上将所述第一图像像素阵列投影到一个表面上，所述第一图像中继透镜组件还配置成保持第一中间图像平面上所述第一图像像素阵列中的色散，使其与所述第一图像源处的第一图像像素阵列中的色散相同;

配置成产生第二图像像素阵列的第二图像源（72）；以及

第二透镜组件（30），包括第二广角透镜组件（34）和在所述第二图像源与所述广角透镜组件之间的第二图像中继透镜组件（32），所述第二广角透镜组件和所述第二图像中继透镜组件配置成以大于180°的投影角在与所述第一方向相反的第二方向上将所述第二图像像素阵列投影到所述表面上，所述第二图像中继透镜组件还配置成保持第二中间图像平面上所述第二图像像素阵列中的色散，使其与所述第二图像源处的第二图像像素阵列中的色散相同。

12. 如权利要求 11 所述的光学投影系统，其特征在于: 所述第一图像像素阵列和所述第二图像像素阵列的组合覆盖所述表面的连续360°的部分。

13. 如权利要求 11 所述的光学投影系统，其特征在于: 所述第一

和第二透镜组件还配置成将所述第一和第二图像像素阵列这样投影到所述表面上，即使得所投影的相邻像素之间有恒定的角距。

14. 一种投影图像的方法，包括:

通过中继透镜组件以光学方式在图像源（36）和广角透镜组件（34）之间转发（32）图像像素阵列，以保持中间图像平面上所述图像像素阵列中的色散，使其与所述图像源处的图像像素阵列中的色散相同；以及

以大于180°的投影角将所述图像像素阵列从所述广角透镜组件投影到一个表面上。

15. 如权利要求14所述的方法，其特征在于：投影所述图像像素阵列包括:

从所述广角透镜组件以大于180°的投影角将所述图像像素阵列投影到所述表面上，使得相邻的投影像素之间有恒定的角距。

16. 如权利要求14所述的方法，其特征在于：所述表面是半球形表面。

17. 如权利要求16所述的方法，其特征在于：投影所述图像像素阵列包括;

从所述透镜组件以大于180°的投影角将所述图像像素阵列投影到不同半径的半球形表面上。

18. 如权利要求14所述的方法，其特征在于还包括:

将所述广角透镜组件（34）瞄准（14，16，18）所述表面的一个可选择部分。

19. 如权利要求14所述的方法，其特征在于：所述表面是圆拱顶的内表面。

20. 一种投影图像的方法，包括:

通过第一中继透镜组件以光学方式在第一图像源和第一广角透镜组件之间转发第一图像像素阵列（70），以保持第一中间图像平面上所述第一图像像素阵列中的色散，使其与所述第一图像源处的第一

图像像素阵列中的色散相同;

以大于180°的投影角将所述第一图像像素阵列从所述第一广角透镜组件投影到表面上;

通过第二中继透镜组件以光学方式在第二图像源和第二广角透镜组件之间转发第二图像像素阵列（72），以保持第二中间图像平面上第二图像像素阵列中的色散，使其与所述第二图像源上所述第二图像像素阵列中的色散相同；以及

以大于180°的投影角将所述第二图像像素阵列从所述第二广角透镜组件投影到所述表面上。

21. 如权利要求20所述的方法，其特征在于：所述第一图像像素阵列和所述第二图像像素阵列的组合覆盖所述表面的连续 360°的部分。

以大于180度投影图像的方法和系统

对临时申请的交叉引用

本申请要求2001年3月29日提交的、题目为Methods and Systems for Projecting Images at Greater than 180 degrees、系列号60/279912的临时申请的优先权，所述申请的公开内容通过引用被包括在本文中。

技术领域

本发明涉及光学投影系统和方法，更详细地说，涉及半球形光学投影系统和方法。

背景技术

浸没式虚拟环境在诸如模拟、显像和空间设计等领域具有多种应用。许多这类系统的目的就是为观众提供一个完整的球形(180° x 360°)图像。为达到这个目的，通常在复杂性和成本之间需权衡取舍。利用后投影的全浸没式系统通常采用围绕显示表面设置的多个投影器。但这些系统需要有效的对准和维护，包括边缘混合和色彩匹配。这些系统也很昂贵，而且需要比显示表面平均大一倍的空间。多投影器前投影环境一般不需要后投影环境的额外空间，但通常不能获得相同的浸没水平，而且仍会有同样的成本和对准问题。单投影器前投影环境可能成本较低，也更易对准，但这些系统不能向观众提供大于 170°的视野(FOV)，因为观众需位于投影器的后面。例如，如图 1 所示，处于具有大约 170°投影角的投影器后面的观众所获得的有效FOV大约为125°。

发明内容

根据本发明的一些实施例，光学投影系统包括配置成产生图像

像素阵列的图像源。透镜组件配置成将所述图像像素阵列以大于180°的投影角投影到表面上。这使位于光学投影系统后面的观众可以获得全半球视野，即至少180°的视野。

透镜组件还可以配置成将所述图像像素阵列这样投影到表面上、使得相邻的投影像素之间有恒定的角距。此外，透镜组件可将图像像素阵列投影到不同半径的半球表面等上。

在本发明的各种实施例中，图像源可以包括阴极射线管，场致发射器阵列和/或任何其它二维图像阵列。图像源也可以包括数字光处理(DLP)单元、液晶显示(LCD)单元和/或硅上液晶(LCOS)单元。

在本发明的一些其它实施例中，透镜组件可以包括广角透镜组件和图像中继组件，所述图像中继组件配置成在图像源和广角透镜组件之间对图像像素阵列进行光学中继。在本发明的特殊实施例中，广角透镜组件可以包括衍射光学元件，所述衍射光学元件配置成既提供色彩校正又提供更高次波前成形。

在本发明的另外一些实施例中，光学投影系统可以包括具有内表面的圆拱顶。透镜组件可以配置成将图像像素阵列以大于180°的投影角投影到圆拱顶的内表面上。

例如，为了提供浸没效果，本发明的其它实施例可以包括：两个图像源，它们配置成产生第一和第二图像像素阵列；以及两个透镜组件，它们配置成分别将第一和第二图像像素阵列以大于180°的投影角且彼此相反的方向投影到表面上。第一和第二图像像素阵列的组合可以覆盖半球表面的连续的360°部分。

虽然以上主要是对本发明的系统和/或装置的实施例作了说明，但应理解本发明可以以光学投影方法的形式来实现。

附图说明

当结合附图阅读对本发明具体实施例的详细说明后，就可更容易地理解本发明的其它特征，附图中：

图 1 是说明以小于 180°的投影角投影图像像素阵列的传统光学投影系统的简图;

图 2A 和 2B 是说明按照本发明以大于 180°的投影角投影图像像素阵列的光学投影系统和方法的方框图;

图 3 是可以用于按照本发明的一些实施例的以大于 180°的投影角投影图像像素阵列的光学投影系统和方法中的图像源和透镜组件实施例的示意图;

图 4 是说明按照本发明一些实施例的、以 240°的投影角投影图像像素阵列以便为观众提供全半球视野的光学投影系统的简图; 以及

图 5 是说明按照本发明一些实施例的、包括双图像源和透镜组件的、以 240°的投影角投影图像像素阵列以便为观众提供 360°的视野的光学投影系统的简图。

具体实施方式

虽然本发明可以有各种修改和变化形式，但是以下将通过附图中实例的示出本发明的具体实施例并且对其进行详细说明。但应理解，决不应将本发明限制于所公开的特定形式，相反，本发明应覆盖符合权利要求书所定义的本发明的精神和范围的所有修改、等效物和供选择的方案。在所有附图说明中，相同的标号代表相同的元件。

现参考图 2A 和 2B，说明按本发明一些实施例的具有投影像素恒定角距的可倾斜光学投影系统。光学投影系统 10 投影图像像素阵列 12，所述图像像素阵列在相邻像素之间有恒定的角距(如角 θ 所示)，角距 θ 在相邻像素 12a 到 12n 之间是恒定的。此外，光学投影系统 10 配置成以大于 180°的投影角投影图像像素阵列 12。如图 2A 和 2B 所示，光学投影系统 10 将具有恒定角距的图像像素阵列 12 投影到截头半球圆拱顶 20 的内表面 20a 上。大于 180°的投影系统 10

可以称为 F-θ 逆远距照相透镜，其中 f 为透镜的焦距，θ 为投影角。虽然此处用将图像像素投影到半球表面来说明本发明的实施例，但是应理解可以使用任何屏幕表面，包括(但不限于)超半球表面和椭圆表面。

采用维持相邻像素之间恒定角距的方法，光学投影系统 10 可以将低失真图像投影到不同半径的圆拱顶上，如表面 20'所示。按照本发明的一些实施例，半径为 4 到 8 米的圆拱顶都是适应的。为了用恒定角距来维持低失真，光学投影系统 10 可以安装在圆拱顶内表面 20a 的中心，以便辐射式地将图像像素阵列 12 投影到圆拱顶内表面上。

仍参考图 2A 和 2B，光学投影系统 10 的一些实施例还包括用于使图像像素阵列 12 倾斜或瞄准的装置、以便光学投影系统 10 把像素阵列投影到圆拱顶内表面 20a 的多个可选择的位置上。例如，如图 2A 和 2B 所示，投影光学元件 14 可以利用枢轴 18 作为旋转轴安装在底座 16 上。底座 16 位于圆拱顶 20 的地面 24 上。枢轴 18 可以提供在一个平面内或在多个平面内的以枢轴为中心的旋转。本专业的技术人员通常已熟知枢轴 18 的设计，不需赘述。

借助于包括倾斜或瞄准装置，光学投影系统 10 可以以天象仪的投影方式垂直向上投影，如图 2A 所示，或者在影剧院的投影位置上以不垂直的角度(例如 45°)投影，如图 2B 所示。通常，以图 2A 所示的天象仪方式投影时，观众区 22 在投影系统 10 四周。而以影剧院方式投影时，观众区 22'通常在光学投影系统 10 的后面，而且将观众区 22'抬高，以使观众能看到在他们前面的全部视野。这样，可以提过不同的观众布置。

圆拱顶 20 可以建造成便携式并易于组装和拆卸。圆拱顶 20 的示范实施例在转让给本申请的受让人的、题目为 "Multi-pieced, Portable Projection Dome and Method of Assembling the Same" 的美国专利 5724775 中作了说明，所述专利公开的内容已作为参考包括在

本文中。

下面参考图 3 说明按照本发明一些实施例的可用在以大于 180° 投影角投影图像像素阵列的光学投影系统 10 中的透镜组件 30。透镜组件 30 包括图像中继透镜组件 32 和广角透镜组件 34，二者均设置在图像像素阵列的通路中。这样配置透镜组件 30、以便以大于 180° 投影角投影图像像素阵列。图像像素阵列由图像源 36 产生。根据本发明的各种实施例，图像源 36 可以是阴极射线管、场致发射器阵列或任何其它二维图像阵列。图像源还可以包括数字光处理(DLP)单元、液晶显示(LCD)单元和/或硅上液晶(LCOS)单元。图像像素阵列可以由供投影灰度图像的单光路形成、由供投影彩色图像的单光路形成或通过组合单独的红、绿和蓝光路而形成，如转让给本申请的受让人的、题目为“Tiltable Hemisphere Optical Projection Systems and Methods Having Constant Angular Separation of Projected Pixels”的美国专利号 5762413(以下称为“413 专利”)中所说明的，所述专利公开的内容已作为参考包括在本文中。

广角透镜组件 34 包括透镜组件 38、波前成形透镜组件 42 和弯月形透镜组件 44。波前成形透镜组件 42 可以包括衍射光学元件 46，后者根据要提供的视野进行色彩校正和/或更高次的波前成形。波前成形透镜组件 42 和弯月形透镜组件 44 的示范实施例在 413 专利中作了详细说明。

传统的逆远距照相投影系统可呈现通用特性，即：由于光学和机械元件所占用的空间，后焦距(即透镜组件中的透镜和图像源之间的最远距离)比有效焦距(即具有与透镜组件相同的光学特性的理论单元件透镜的焦距)要长。有利的是，按照本发明的一些实施例，图像中继透镜组件 32(包括透镜 48 和 52)在图像源 36 和广角透镜组件 34 之间中继图像像素阵列。在靠近广角透镜组件 34 的中间图像平面上图像像素阵列的色散类似于图像源 36 附近的图像像素阵列中的色散。有利的是，这样可以使后焦距和有效焦距间的矛盾减少。

参考图 4，图中示出按照本发明一些实施例的光学投影系统 60，它以大于 180°的投影角将图像像素阵列投影到半球形圆拱顶结构 62 的内表面上。光学投影系统 60 可以按照以上根据图 2 和图 3 所说明的实现。如图 4 所示，光学投影系统 60 以大约 240°的投影角投影图像像素阵列。有利的是，这样可以使位于光学投影系统 60 后面的观众获得全半球视野，即至少 180°的视野。

在图 5 所示的本发明其它实施例中，光学投影系统 70 和 72(它们中的每一个可以按照以上根据图 2 和图 3 所说明的实现)配置成分别以大于 180°的投影角将第一和第二图像像素阵列投影到半球形圆拱顶结构 74 的内表面上。如图 5 所示，光学投影系统 70 和 72 各自以大约 240°的投影角分别投影图像像素阵列。光学投影系统 70 和 72 所投影的第一和第二图像像素阵列的组合覆盖了连续的 360°的半球形圆拱顶结构 74 的内表面。有利的是，这可使位于两个光学投影系统 70 和 72 之间的观众获得无阴影的全 360°的视野。

在图 4 和图 5 所示的本发明一些实施例中，一个或多个光学投影系统 60、70 和 72 可以以大于 180°的水平投影角和大约 165°的垂直投影角分别投影图像像素阵列。这样的投影可以有效地利用视频显示中常用的 4：3 图像纵横比。

可以对最佳实施例作许多变化和修改而基本上不背离本发明的原则。所有这些变化和修改应包括在以下权利要求书所提出的本发明的范围之内。

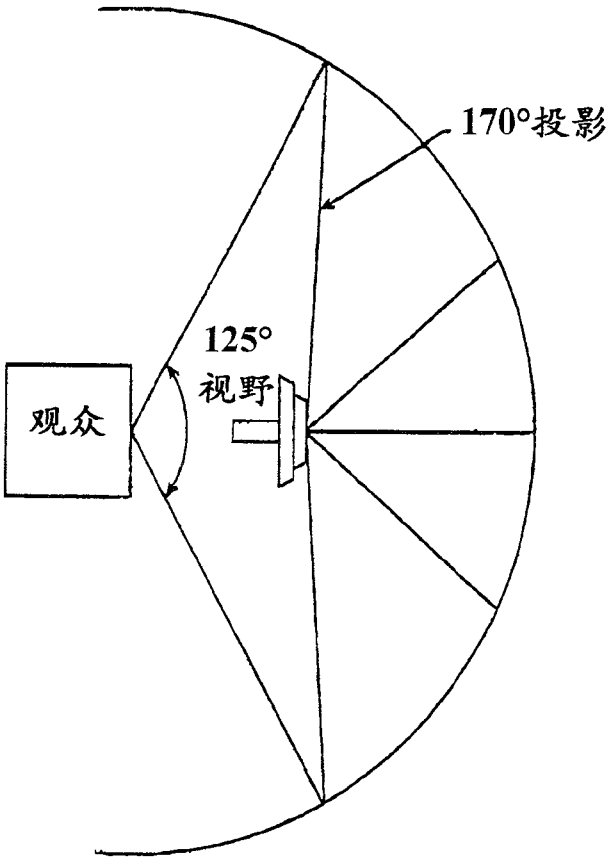
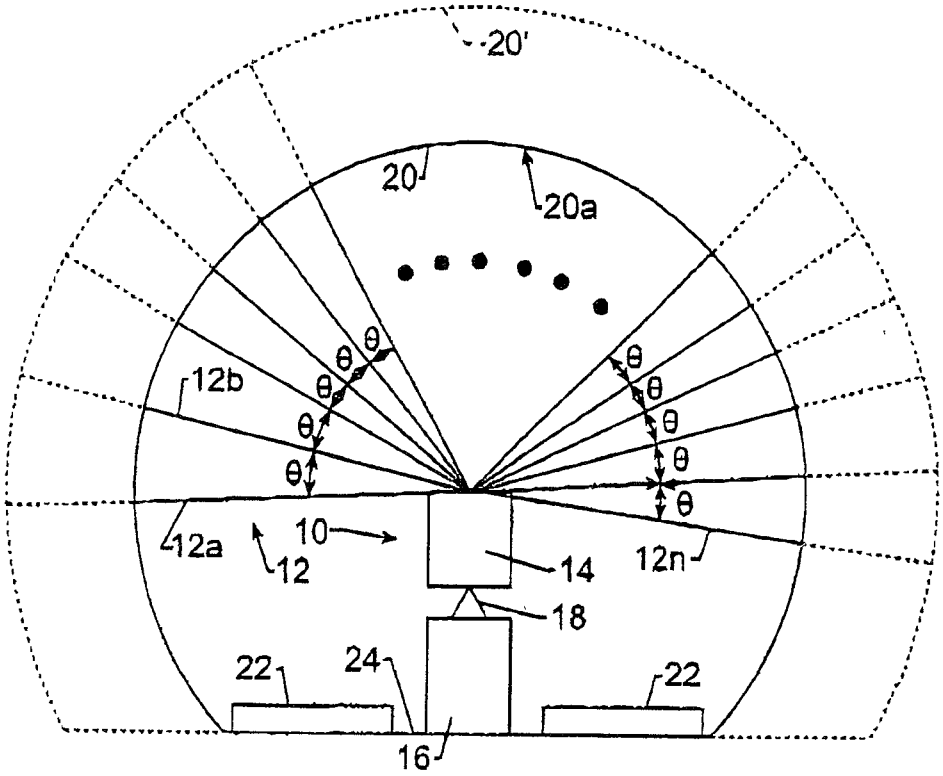


图 1

图 2A


20'
20
20a
θ
12b
12a
10
12
14
12n
18
22
24
22
16

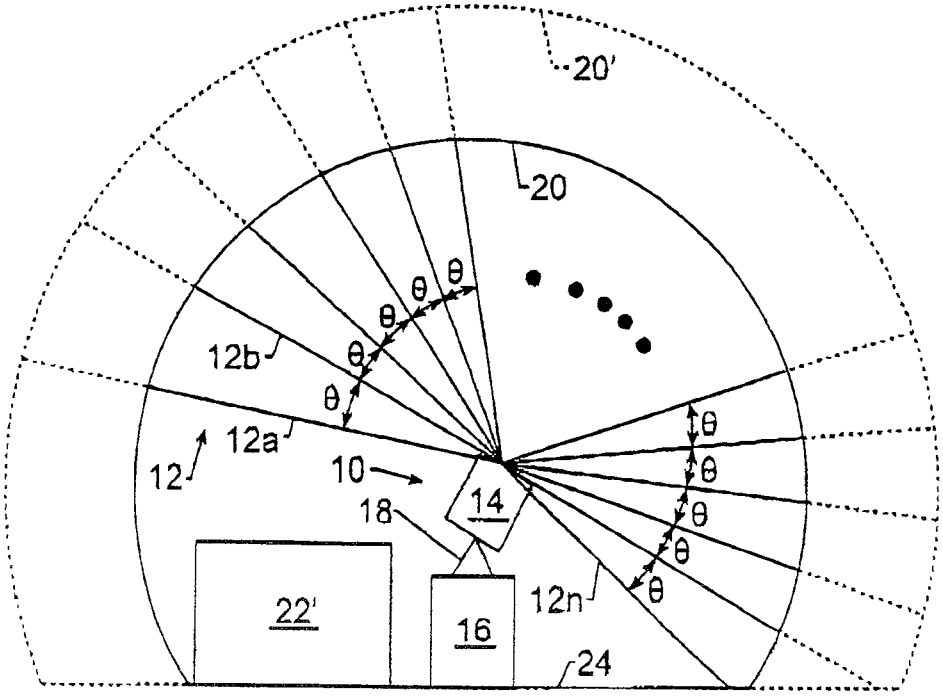
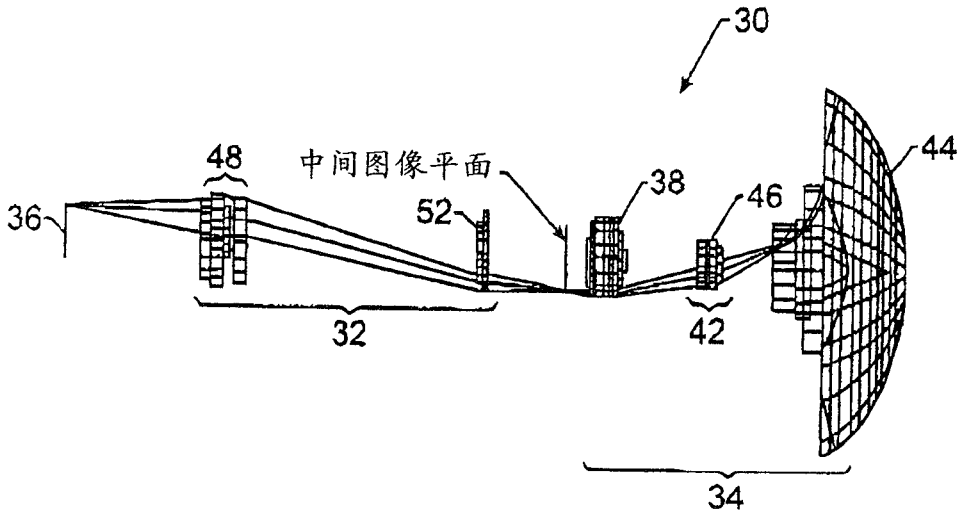

20'
20
θ
12b
12a
12
10
14
18
22'
16
12n
24

图 2B

图 3



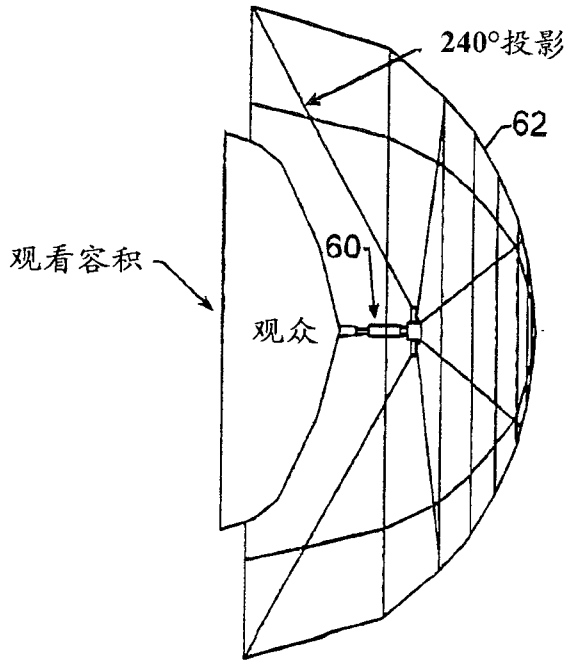


图 4

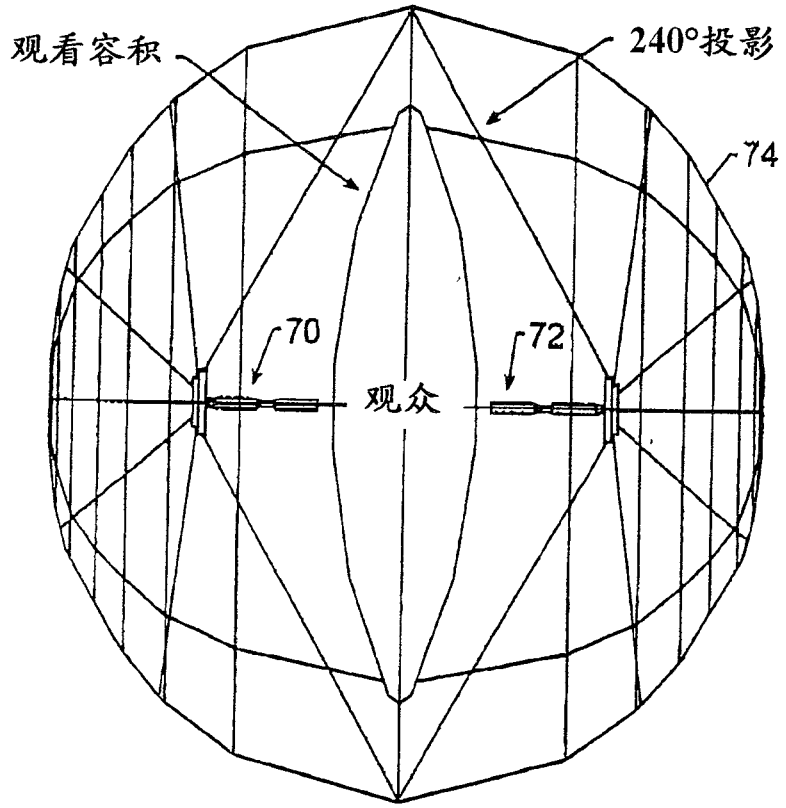


图 5